

Maalipallo

Lasten ja nuorten pelinopeuden kehittäminen

Jussi Liimatainen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2013

Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) LIIMATAINEN, Jussi	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 05.11.2013
	Sivumäärä 46	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () Saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi Maalipallo, lasten ja nuorten pelinopeuden kehittäminen		
Koulutusohjelma Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) ISOMETSÄ, Juha, lehtori Niininen, Kirsi, lehtori		
Toimeksiantaja(t) JUVONEN, Heikki, Naisten maalipallomaajoukkueen päävalmentaja		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja suunnitella lapsille ja nuorille ominaisuuksiltaan paremmin sopiva maalipallo. 15 -vuotiaan poikaheittäjän tulisi pystyä heittämään palloa samalla nopeudella naispelaajien kanssa. Tämä tarkoittaa n. 40 kilometrin tuntinopeutta. Tutkimusmenetelminä käytettiin suurnopeuskameran avulla kuvattuja hidastettuja videoita, tutkaa sekä keskusteluja lasten ja nuorten kanssa. Menetelmien avulla saatiin tietoja nuorten sekä aikuisten heittoteknisissä eroavaisuuksissa sekä siitä, minkälaisilla palloilla lapset ja nuoret pääsisivät lähimmäksi naisheittäjien heitonopeuksia. Mittauslaitteistona toimi NAC Memrecam fx K4-suurnopeuskamera ja sen mukana oleva mittauslaitteisto, Stalker ATS- pistoolitutka sekä Kinovea- liikeanalyysiohjelma. Suurnopeuskameralla kuvasin kolmessa eri tapahtumassa pelinaikaisia heittoja niin aikuisilta kuin nuoriltakin. Yhteensä heittoja kuvattiin ja analysoitiin kahdeksalta nais- ja miesheittäjältä, sekä kahdeksalta nuorelta heittäjältä. Tuloksiin on valittu teknisesti parhaimmat heitot. Mittaustulokset analysoitiin Kinovea -liikeanalyysiohjelmalla. Analysointiin otettiin mukaan heittäjien vetovaiheen ajallinen kesto, sekä heiton lopussa ilmenevät vartalokulmat. Tutkalla mitattiin lasten ja nuorten heittoja erilaisilla vertailupalloilla, joiden mukaan saatiin tietoa minkä painoinen ja minkä kokoinen pallo olisi optimaalinen lapsille ja nuorille. Lapsille ja nuorille parhaiten sopiva pallo heitonopeustestien mukaan oli lentopallossa käytetty passarinpallo, joka oli 750 g kevyempi kuin oikea maalipallo. Kyseistä palloa viisi heittäjää heitti keskiarvoltaan 10,6 metriä sekunnissa, eli n. 38 kilometriä tunnissa. Tämä pallo ei kuitenkaan itsessään olisi sopiva pelipalloksi, sillä se on halkaisijaltaan liian pieni. Lopulliseen tulokseen on päädytty vaatimuslistan tuomien rajoitteiden ja tutkimuksissa saatujen tuloksien pohjalta. Sopiva pallo lapsille ja nuorille olisi halkaisijaltaan 22,5 cm ja painaisi 800 g, joka on 65% virallisesta maalipallosta. Materiaaliltaan pallo olisi kumiseosta, jonka tiheys on 1,17 kg /dm³. Valmistus tapahtuisi muottipuristusmenetelmällä sen tehokkuuden ja tarkkuuden vuoksi. Jatkotyössä pallosta tulisi tehdä prototyyppi ja tehdä samansuuntaiset testit, jonka jälkeen tuloksia voidaan tarkastella uudestaan.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Maalipallo, fyysinen kehitys, kumi, tutkimustyö		
Muut tiedot		



Author(s) LIIMATAINEN, Jussi	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 5.11.2013
	Pages 46	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title Goalball, Developing the game speed of children and youngsters		
Degree Programme Degree Programme In Wellness Technology		
Tutors ISOMETSÄ, Juha, lecturer NIININEN, Kirsi, lecturer		
Assigned by JUVONEN, Heikki, Head coach of women's national goalball team in Finland		
<p>Abstract</p> <p>The aim of the final thesis was to study and design a new goalball which is more suitable for children and youngsters. With the new ball a 15-year-old boy should be capable to throw as fast as a woman player. A woman player can throw the ball approximately 40 kilometers per hour. The study methods were slow motion videos filmed with a high speed camera, the sports radar, and discussions with youngsters. These methods gave interesting and precious information about differences of throwing techniques between youngsters and adults. It also gave information on the types of balls youngsters were capable to throw as fast as a woman player. Recording devices were the NAC Memrecam fx K4 -highspeed camera, Stalker ATS- radar gun and Kinovea -program which can be used to study the release parameters of the throw. Slow motion videos were recorded in three different goal ball events. The main point was to focus on recording the throws during the game. The throws that had the best technique were chosen for the final analyses. The measuring results were analyzed with Kinovea -program. The results included the duration of the throw and body angles at the end of the throw. The radar was used to measure the youngsters' throwing speed of different kinds of balls. That gave good information about what kind of ball would be ideal for younger players. The best ball was a setter ball that is used to train volleyball setters. A setter ball is 750 grams lighter than a regular goal ball. Youngster were capable to throw a setter ball as fast as 10.6 meters per second which is approximately 38 kilometers per hour. However that ball is not ideal for the game, because its diameter is too small. The final result demanded using of the requirement list and the results together. An ideal ball for youngsters would be 22.5 cm in diameter and would weigh 800 g, which is 65% of the weight of the regular goal ball. The material of the ball would be the same mixture of rubber as in a regular goal ball. The density of that rubber mixture is 1.17 kilograms per cubic decimeter. The final ball should be made by the mold compression method, because of the efficiency and accuracy. In the future the prototype of the ball should be made and it should be tested with youngsters again.</p>		
Keywords Goalball, Physical Development, Rubber, Research		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 Opinnäytetyön lähtökohdat	4
2 Vammaisurheilu	5
2.1 Suomen Vammaisurheilu ja -liikunta VAU Ry	6
2.2 Maalipallo	7
2.2.1 Säännöt	7
2.2.2 Historia	9
3 Nuori pelaaja	9
3.1 Vaatimukset	9
3.2 Liikkeiden ja taitojen omaksuminen	11
3.3 Fyysinen kehitys	12
4 Peliväline	13
4.1 Ominaisuudet	13
4.2 Tiheyden mittaaminen	14
4.3 Kumi	17
4.4 Valmistus	17
5 Tutkimusmenetelmät ja laitteisto	20
5.1 Tutkimusmenetelmien valinta	20
5.2 Suurnopeusvideot	21
Kinovea	22
5.3 Heittojen nopeuksien tutkiminen	23
Pallotutka	23
Vertailupallot	24
5.4 Keskustelut palloista	25
Maalipallo	25
Passarinpallo	25
Kuntopallo	26
6 Heittosuoritus	26
6.1 Tekniikka	26
6.1.1 Heittoaskeleet	27
6.1.2 Vetovaihe	27
6.2 Nuoren pelaajan heittotekniikka	29

7 Heittojen tutkiminen	30
7.1 Mittausjärjestelyt heittojen nopeuksille	30
7.2 Heittonopeudet eri palloilla	31
7.3 Vetovaiheen kesto ja käden kulmat	33
7.3.1 Kuvausjärjestelyt	34
7.3.2 Tulokset, vetovaihe	36
7.3.3 Tulokset, heittokulmat	37
8 Uusi pallo	38
8.1 Vaatimukset	38
8.2 Valmistus ja mitat	40
9. Pohdinta	42
Lähteet	45

KUVIOT

Kuvio 1. Maalipallopeiliä (Paralympic games. 2012)	7
Kuvio 2. Maalipallokenttä (Maalipallokenttä n.d.)	8
Kuvio 3. Pallon pitäminen yhdellä kädellä	11
Kuvio 4. Maalipallo	13
Kuvio 5. Lasten maalipallo (the Learningshop, n.d.)	14
Kuvio 6. Kumipallon puolikkaat (wvball-verkkosivut n.d.)	18
Kuvio 7. NAC Memrecam fx K4	22
Kuvio 8. Stalker ATS- pistoolitutka	24
Kuvio 9. Heittoaskeleen lopetus	28
Kuvio 10. Heiton loppu	29
Kuvio 11. Heittonopeuksien mittausjärjestelyt	31
Kuvio 12. Vartalokulmat heitossa	34
Kuvio 13. Kinovea- ohjelma	35

TAULUKOT

Taulukko 1. Pallon halkaisija d	15
Taulukko 2. Pallon kuoren paksuus r	15
Taulukko 3. Heittonopeudet	32
Taulukko 4. Vetovaiheen kesto, aikuiset	36
Taulukko 5. Vetovaiheen kesto, nuoret	36
Taulukko 6 Miesten heittokulmat	37
Taulukko 7 Nuorten heittokulmat	37

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Maalipallo on näkövammaisille urheilijoille suunnattu pallopeti. Peti on nopeatempoista ja vaatii kovaa keskittymiskykyä, tarkkaa kuuloa ja hyvää fysiikkaa. Lajista on sen suosioista huolimatta tehty verrattain vähän tutkimuksia, sillä määrärahat ohjataan yleensä muualle kuin vammaisurheilun puolelle. Lajia pelaavat aikuisten ohella myös lapset ja nuoret, mutta pelinopeudessa on suuria eroja. Lasten ja nuorten heitonopeus on todella paljon aikuisten heittoa hitaampi, sillä pallon kokoa ja painoa ei ole suhteutettu lasten ja nuorten fyysisiin ominaisuuksiin. Tämä muodostaa ongelman, sillä edes lupaavimmat nuoret eivät ole taitotasoltaan riittävän hyviä pelaamaan aikuisten parissa. Tämän vuoksi askel nuorten hitaammasta pelistä aikuisten nopeaan petiin on liian suuri. Pelaaminen aikuisten kanssa voi tottumattomalle olla jopa vaarallista suuren taitoeron takia.

Oman opinnäytetyöni tavoite oli kehittää pallo, jolla lasten ja nuorten heitot ylittäisivät lähelle naisten heitonopeutta, eli n. 11 metriä sekunnissa. Pallon tulisi olla sellainen, jolla heittojen tekniikka saataisiin opetettua nuoremmalla iällä oikein. Uuden pallon myötä pelin luonne ei saisi kuitenkaan muuttua liikaa.

Opinnäytetyön kehittämistehtävään idean antoi Heikki Juvonen. Juvonen on nykyinen naisten maalipallomaajoukkueen päävalmentaja, ja ennen nykyistä pestiään hän on toiminut aktiivisesti seitsemän vuotta lasten ja nuorten maalipallovalmentajana.

Ongelman nykyisen pelinopeuden kanssa Juvonen on huomannut jo aikaisemmin ja tiedostanut rajoitteen, jonka suuri ja painava pallo aiheuttaa lapsille ja nuorille. Ongelmaksi vanha pallo muodostuu siksi, että lapsen fyysiset ominaisuudet eivät ole vielä riittävät oikeaoppisen heittotyylin omaksumiseksi. Tämän vuoksi heittojen nopeudet jäävät alhaisiksi, mikä vie lajille ominaisen temmon pois. Näin ollen puolustuspeleminenkin vaatii jatkuvaa harjoitustaan, sillä pelissä vauhti ei kehitä reaktioita ja liikkuvuutta tarpeeksi.

Yksi mahdollisuus pelinopeuden parantamiseksi olisi ollut kentän muokkaaminen ja esimerkiksi sen pienentäminen. Tämä vaihtoehto on kuitenkin Juvosen mukaan huonompi kuin pelipallon kehittäminen, sillä orientoitumistaidot kentällä ovat yhtä tärkeässä osassa pelaamista kuin heittäminen ja puolustaminen. Kenttäkoon hahmottaminen on näkövammaisille tärkeää, ja jos kenttä vaihtuisi jokaisen ikäryhmän mukaan olisi kentän tunteminen haastavaa. Tämä asettaisi rajoitteita esimerkiksi nuorempien pelaajien siirtymisessä vanhempien joukkueisiin, sillä kenttä olisi heille vieras.

2 Vammaisurheilu

Vammaisurheilu on suunniteltu erityisesti vastaamaan eritasoisten urheilijoiden yksilöllisiä tarpeita. Lajien kirjo kattaa myös lajeja, joissa terveet sekä jonkun vamman omaavat voivat kilpailla rinta rinnan. Esimerkiksi maalipalloa voi Suomessa pelata kilpatasolla myöskin näkökyvyn omaavat pelaajat, sillä jokaisen pelaajan näkökyky poistetaan pelin ajaksi mustilla laskettelulasimaisilla suojilla. Paralympiatasolle ei heillä kuitenkaan ole

mahdollisuutta päästä. On kuitenkin olemassa myös lajeja, joissa keskenään kilpailevat vain vammautuneet tai vammaiset urheilijat (Winnick 1990, 5).

2.1 Suomen Vammaisurheilu ja –liikunta VAU Ry

Suomessa vaikuttava VAU eli Suomen Vammaisurheilu ja –liikunta Ry aloitti toimintansa vuonna 2009, kun Suomen vammaisurheilusta vastanneet alajaostot, kuten Elinsiirtoväen Liikuntaliitto, Näkövammaisten Keskusliitto, Suomen Invalidien Urheiluliitto ja Suomen Kehitysvammaisten Liikunta ja Urheilu yhdistivät voimansa. Järjestön uudeksi nimeksi tuli VAU. VAU :lla ei ole varsinaisia henkilöjäseniä, vaan järjestöön kuuluu vammaisurheilua järjestäviä seuroja ja yhdistyksiä. (VAU:n Organisaatioinfo n.d.)

VAU: n internet -sivuilla kerrotaan VAU: n olevan monipuolinen lajijärjestö, mutta myöskin palvelujärjestö. Tällä tarkoitetaan sitä, että VAU organisoii ja järjestää, suunnittelee ja toteuttaa vammaisurheilutapahtumia, mutta myös kehittää vammaisurheilun puitteita. Kilpailut kaikenikäisille, niiden monipuolistaminen ja olosuhteiden parantaminen ovat VAU:n toiminnan perusta. (VAU yleisesti n.d.)

2.2 Maalipallo

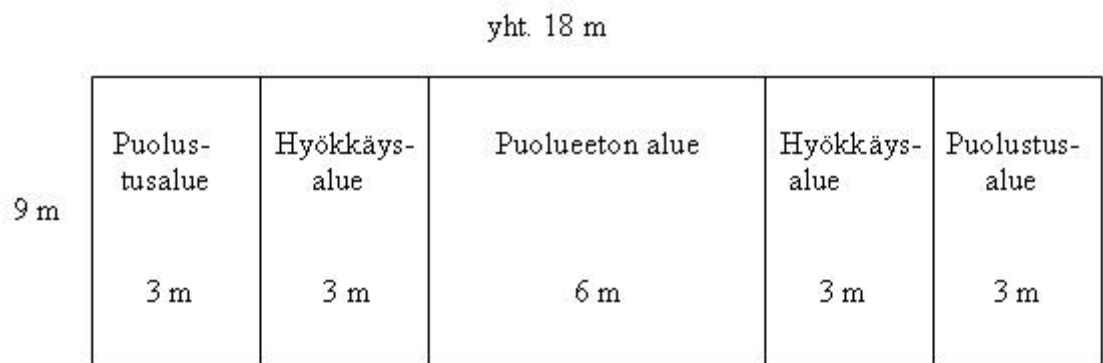
2.2.1 Säännöt

Maalipallo on näkövammaisille suunniteltu joukkuepeli, jossa on tarkoituksena heittää äänilähteen sisältävä pallo vastustajan maaliin. Kuviossa 1 nähdään perinteiset hyökkäys- ja puolustusasetelmat: punainen joukkue hyökkää ja valkoinen, puolustava joukkue, on valmiusasennossa korvat lähellä lattiaa ja valmiudessa reagoimaan pallon tulosuuntaan.



Kuvio 1. Maalipallopeliä (Paralympic games. 2012)

Maalipallossa pelialue on lentopallokentän kokoinen (9 m x 18 m), ja molemmissa päissä on maali, jonka leveys on 9 m (ks. kuvio 2). Joukkueiden koko on kuusi henkilöä, joista kolme saa olla kerrallaan kentällä. Pelialue on tehty teipeillä, jonka alla kulkee naruja. Narujen avulla pelaajat pystyvät hahmottamaan oman pelialueensa sekä tiedostamaan, mihin suuntaan palloa kuuluu heittää (Maalipallon säännöt 2011).



Kuvio 2. Maalipallokenttä (Maalipallokenttä n.d.)

Pelissä on kaksi kymmenen minuutin erää ja niiden välillä kolmen minuutin mittainen erätauco. Valmentaja valmentaa joukkueita vain katkojen aikana, joita voivat olla aikalisä, vaihdot, erätauco sekä tuomarin antamat pelikatkot. Pelaajat kannustavat ja ohjaavat toisiaan kesken pelinkin, mutta kuitenkin siten, ettei vastustajajoukkueen peliä häiritä kovaäänisesti. Myös katsojilta vaaditaan hiljaisuutta pelin aikana, ja esimerkiksi kännyköiden toivotaan olevan kiinni pelin aikana (Paralympialajit 2009).

Maalipallo ei katso kansallisella tasolla näkörajoitteita, vaan peliä saa pelata normaalinäköisetkin. Ainoastaan kansainvälisissä peleissä on täytettävä jokin vammaisurheilun vaatima näköluokitus. Näköluokituksia on kolme: B1, B2 ja B3. Näistä B1 tarkoittaa täysin sokeaa, B2 vaikeasti heikkonäköistä ja B3 heikkonäköistä. Diagnoosin näkövammasta tekee silmälääkäri, ja luokitus tulee paremman silmän mukaan. Esimerkiksi jos toinen silmä on terve, toisen ollessa täysin sokea, ei edustusoikeutta paralympialaisiin voi saada (Paralympialajit 2009).

2.2.2 Historia

Maalipallo on kehitetty Itävallassa, toisessa maailmansodassa sokeutuneiden sotaveteraanien kuntoutustarkoituksiin vuonna 1946. Kansainvälisellä tasolla sitä alettiin pelata kuitenkin vasta vuonna 1976 Toronton paralympialaisissa, ja siitä asti laji on ollut mukana kaikissa paralympialaisissa (History 2010).

Suomessa maalipallotoiminta alkoi tosissaan vasta -60 -luvun puolivälillä SKU:n, eli Sokeain Keskusliiton Urheilutoimikunnan kääntäessä saksankieliset säännöt suomeksi. Tästä lähtien laji on alkanut leviämään ympäri Suomea ja saanut harjoitusvuoroja ympäri maata. Vuonna 1972 aloitettiin pelaamaan suomen mestaruudesta vuosittain järjestettävässä turnauksessa. Tätä jatkui yli 20 vuotta, kunnes vuodesta 1995 lähtien on pelattu kansallista SM-sarjaa. Tänäkin vuonna SM-sarjassa pelaa neljä SM-sarjajoukkuetta, jotka kilpailevat sarjturnauksissa syksystä kevääseen. Keväällä järjestettävässä lopputurnauksessa ratkaistaan Suomen mestari (Historia Suomessa 2012)

3 Nuori pelaaja

3.1 Vaatimukset

Oman oppinnäytetyöni idea kehittyi pelivälineen aiheuttamista vaatimuksista. Maalipallo painaa yli yhden kilogramman ja on koripallon kokoinen, joten sen heittäminen vaatii heittäjältä voimaa ja koordinaatiota. Lasten ja nuorten fyysinen voima ei vielä riitä teknisesti oikeaan heittoon. Tärkeää olisi kuitenkin kehittää nuoria pelaajia pikkuhiljaa kohti aikuisten sarjoja, sillä

murrosiän mukanaan tuoma lihasvoiman ja pituuden lisääntyminen antavat mahdollisuuden päästä kokeilemaan pelaamista aikuisten kanssa.

Luonnollisesti poikkeuksellisia lahjakkuuksia löytyy, kuten muistakin lajeista. Vanhempien perimän mukana voi tulla esimerkiksi luontaista lihasvoimaa ja nopeasti kehittynyttä pituuskasvua, jotka auttavat pelaamisessa.

Ongelmana nuorella iällä aikuisten peleihin siirtymisessä eivät ole heittonopeudet ja mahdollinen "huonous" maalintekotilanteissa, vaan enemmän puolustuspelaaminen. Heittojen nopeudet voivat miesten peleissä nousta yli kuudenkymmenen kilometrin tuntinopeuteen, jolloin täytyy olla valmiudet pysäyttää pallo turvallisesti. Turvalliseen torjuntaan vaaditaan lihasvoimaa ja vartalonhallintaa. Pelkkä pään suojeleminen ei auta, sillä heitot voivat tulla "läpi" torjunnasta tai osua vatsaan, jolloin sisäelimetkin ovat kovilla.

Myös pituuskasvun merkitys heittotilanteissa on huomionarvoista. Heittoteknisesti palloa pitäisi pystyä pitämään yhdellä kädellä koko heittosuorituksen ajan (ks. kuvio 3), mutta usein heittäjien käsi ei pysy suorassa eikä pallo kämmenellä. Esimerkiksi 140 cm pitkällä pelaajalla pallo ei pysy kädessä samalla kun kyynärvarsi on suorana. Näin ollen heittoa joudutaan saattamaan pitkään kahdella kädellä, jolloin vartalon kierto ja pallon ylösvienti tuottavat liian suuren haasteen kovaan heittoon.



Kuvio 3. Pallon pitäminen yhdellä kädellä

3.2 Liikkeiden ja taitojen omaksuminen

Maalipallossa heittoliike on erilainen verrattuna muihin heittoliikkeisiin. Tämä johtaa siihen, että heittoliike on opeteltava lähes alusta asti. Kehoon on jo syntymässä ohjelmoitu valmiita liikkeitä ja lihaskäskyjä, jotka saadaan harjoittelun avulla muokattua kokonaisuuksiksi. Kaikki liikunnalliset lihassuoritukset ovat rakentuneet kolmen ensimmäisen elinvuoden aikana opettelu myötä. Tässä opettelussa on kolme vaihetta, joista kaksi ensimmäistä ovat kysymyksiä: mitä tehdään ja miten tehdään? Kun näihin on löytänyt vastaukset, tulee kolmas vaihe, jossa haluttu toimenpide suoritetaan ilman suurempaa ajattelua (Ahonen, Lahtinen, Sandström, Pogliani & Wirhed 1998, 61-62).

Maalipallossa heittosuoritus on nuorella iällä jatkuvaa oppimista. Jos pienikokoinen pelaaja heittää pelkästään painavalla, isolla pallolla, hän joutuu opettelemaan yhden tekniikan, jolla hän saa pallon liikkeelle. Tuo liike on väärä, kun vertaa sitä aikuisten pelaajien heittosuoritukseen. Nuoret joutuvat opettelemaan kahden käden heiton, joka vie paljon aikaa, mutta ei anna tarvittavaa vipuvartta heitolle. Kun nuoret ovat opetelleet heittämään kahdella kädellä ja murrosikä alkaa, he joutuvat opettelemaan *oikean* heittotyylin uudestaan. Ahosen ja muiden (1998, 62) mukaan "Me opimme tekemällä, ja teemme vain sitä mitä olemme oppineet." Jos nuoret heittäjät pääsisivät opettelemaan oikeaa heittotekniikkaa heille sopivammalla pallolla, olisi aikuisten pallon heittämisen oppiminen paljon nopeampaa murrosikään tultaessa.

3.3 Fyysinen kehitys

Nuoren kehitys tapahtuu kolmessa osiossa: varhaisen murrosiän melko hidas kasvu, parin vuoden mittainen kasvupyrähdys sekä pituuskasvun hidastuminen ja lopullinen pysähtyminen. Pituuskasvupyrähdys on tytöillä aiemmin kuin pojilla. Kun tyttöjen keskimääräinen pyrähdysen huippu on kaksitoistavuotiaana, on poikien sama huippu vasta neljätoistavuotiaana. Luonnollista on myös, että pojat kasvavat kasvupyrähdysen aikana tyttöjen ohi. Suomalaisten tyttöjen keskipituus on kolmetoistavuotiaana 155 cm, kun pojat ovat vain 154 cm pitkiä. Kahdessa vuodessa, eli viisitoistavuotiaana, poikien keskipituus nousee lähes 169 cm:iin, tyttöjen jäädessä n. 163 cm:iin. (Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2007, 11, 17-19)

4 Peliväline

4.1 Ominaisuudet

Peleissä käytetään virallista maalipalloa (ks. kuvio 4). Pallo painaa 1250 g ja on halkaisijaltaan 25 cm. Pallo on ontto, ja sen sisällä on jokin äänilähde, yleensä käytetään kolmea suurehkoa kulkusta. Pallon pinnalla on kahdeksan pientä reikää, joiden kautta kulkusten ääni tulee selvempänä pelaajien kuultavaksi.



Kuvio 4. Maalipallo

Lapset ja nuoret pelaavat omat ottelunsa myös virallisella 1250 grammaa painavalla pelipallolla. Lapsille on kuitenkin kehitetty omia harjoittelu- ja pelipalloja (ks. kuvio 5), mutta niiden käyttäjinä ovat etupäässä alle kymmenvuotiaat pelaajat. Murrosikäiset ja lähellä pituuskasvun huippua

olevat lapset ja nuoret eivät saa tarvittavaa vastusta pehmeiden pallojen heittämisestä. Pienimmät ja kevyimmät vaahtomuovipallot onkin kehitetty etupäässä heittotekniikan opetteluun ja lajin turvallista kokeilua varten (Juvonen 2013).



Kuvio 5. Lasten maalipallo (the Learningshop, n.d.)

4.2 Tiheyden mittaaminen

Palloa valmistava saksalainen yritys ei vastannut tiedusteluihini pallon materiaalista tai muista ominaisuuksista, joten mittasin itse pallon tiheyden. Tutkiakseni pallon ominaisuuksia halkaisin yhden virallisen pelipallon. Mittasin pallon halkaisijan viidestä eri kohdasta (ks. Taulukko 1), kuten myös pallon ulkokehän paksuuden viidestä eri kohdasta (ks. Taulukko 2). Tämän

jälkeen punnitsin pallonpuolikkaan Jyväskylän ammattikorkeakoululta fysiikan laboratoriosta löytyvällä vaa'alla.

Taulukko 1. Pallon halkaisija d

Mittaus	Tulos (mm)
1	247
2	246
3	245
4	243
5	246
ka	245,4

Taulukko 2. Pallon kuoren paksuus r

Mittaus	Tulos (mm)
1	6
2	5,6
3	5,9
4	5,9
5	5,7
ka	5,82

Pallonpuolikkaan painoksi vaaka kertoi 613,95 g, eli koko pallo ilman sisällä olevia kulkusia painaisi $m_{\text{pallo}} = 2 \times 613,950 \text{ g} = 1227,9 \text{ g}$. Pallon tilavuus laskettiin kaavalla

$$V = \frac{1}{6}\pi d^3$$

(Valtanen 2010, 30), josta johdettiin kaava ontton pallon kuoren tilavuuden laskemiseen:

$$V_{kuori} = \frac{1}{6}\pi(d^3 - (d - 2r)^3)$$

Mitattujen tulosten keskiarvoilla laskettuna pallon tilavuudeksi saatiin siis:

$$V_{kuori} = \frac{1}{6}\pi \times ((0,2454m)^3 - (0,2454m - 2 * 0,00582m)^3) = 0,001049m^3$$

Kappaleen tiheys laskettiin kaavalla

$$\rho = \frac{m}{V}$$

(Valtanen 2010, 299), missä ρ = tiheys, m = massa ja V = tilavuus. Pallon ulkokuoren tiheydeksi saatiin siis

$$\rho_{pallo} = \frac{1,228kg}{1,049dm^3} = 1,169 \frac{kg}{dm^3}$$

Pallon materiaalina on käytetty painavaa kumiseosta, jonka tiheys on siis $1,17 \frac{kg}{dm^3}$. Kyseisen kumin ominaisuudet ovat hyvät siinä mielessä, että ne toimivat pelitilanteessa. Pallo ei pompi liikaa heittotilanteissa, eikä se ole kovin kokoon painautuvaa. Se myös palauttaa nopeasti oman muotonsa, ja kestää hyvin rasitusta.

4.3 Kumi

Kumi on materiaalina erikoislaatuinen, mutta sen ominaisuudet sopivat maalipalloon loistavasti: se ei puristu kokoon, se on kulutuskestävää, sen kitkaominaisuudet sopivat palloon eikä se ole kovin jäykkää. (Laurila 2007, 23.)

Kun verrataan kumia muihin aineisiin, nousee elastisuus varmasti ensimmäiseksi ja merkittävimmäksi ominaisuudeksi, joka erottaa sen muista aineista. Kumia pystytään venyttämään todella paljon (jopa 1000 %), tämä luonnollisesti onnistuu monella muullakin aineella, mutta kumi palautuu lähes entiselleen venytyksen jälkeen (Laurila 2007, 24). Tämän ansiosta maalipallon osuessa kovalla vauhdilla vaikkapa seinään, ei siinä esiinny muodollisia poikkeuksia, vaan se säilyttää pyöreytensä.

4.4 Valmistus

Maalipallon valmistus on yksinkertaista muottien avulla. Muoteilla tehdään kaksi identtistä pallonpuolikasta, jotka myöhemmässä vaiheessa liimataan yhteen. Kuviossa 6 on nähtävissä muottipuristuksella aikaansaatuja kumipallon puolikkaita. Maalipallot valmistetaan samalla menetelmällä.



Kuvio 6. Kumipallon puolikkaat (wvball-verkkosivut n.d.)

Laurilan (2007, 129) mukaan kumituotteen valmistuksessa valitaan resepti, jonka mukaan raaka-aineita sekoitetaan haluttujen ominaisuuksien mukaan. Reseptiin kuuluu raaka-aineet, jotka Laurila (2007, 43) ryhmittelee ominaisuuksiensa ja käyttötarpeidensa mukaan. Ryhmittelyyn kuuluu elastomeerit, täyteaineet, pehmittimet, suoja-aineet, vulkanointiaineet ja ns. muut aineet eli värit, liimat ja vaikkapa hartsit.

Kun raaka-aineet on valittu haluttujen ominaisuuksien mukaan, aineet sekoitetaan. Laurila (2007, 107) toteaa että sekoittamisen tarkoituksena on yhdistää raaka-aineet homogeeniseksi, eli tasalaatuiseksi. Näin saavutetaan jokaiselle tuotteelle ominaisuudet jotka on alun perin suunniteltu, ja vieläpä siten, että jokainen tuote olisi identtinen edellisen kanssa.

Kun raaka-aineet on sekoitettu homogeeniseksi massaksi, voidaan aloittaa tuotteen työstäminen. Työstömenetelmät valitaan halutun tuotteen mukaan. Maalipallot on valmistettu muottipuristuksella. Laurila (2007, 129) kertoo muottipuristuksella valmistettujen tuotteiden olevan mitoiltaan tarkkoja, ja

näin valmistaja pystyy hyvin säätämään esimerkiksi tuotteen painoa ja halkaisijaa. Tämä on etenkin maalipallolle erityisen tärkeää.

Valmistuksessa käytetään kahta muottiosaa, pohja- ja kansiosaa. Niihin ruiskutetaan tartunnanestoainetta, jonka jälkeen muotit täytetään homogeenisellä kumiseoksella. Yleinen käytäntö on, että seosta on 5-10 % yli tarvittavan määrän, jotta muotit varmasti täyttyvät. Muottipuristuksessa vulkanointi tapahtuu Laurilan (2007, 129) mukaan samalla muotilla. Vulkanoinnissa kumisekoitus muunnetaan sen seoksesta riippuen oman muotonsa säilyttäväksi kimmoisaksi tuotteeksi. Laurilan (2007, 168) mukaan kumiseoksen elastomeerimolekyylit sidotaan yhteen poikkisidoksilla. Poikkisidosten aikaansaaminen vaatii kemiallisia reaktioita ja eri lämpötiloja edelleen riippuen kumiseoksesta. Tarvittavat lämpötilat ovat n. 20 Celsius -asteesta aina 250-asteeseen. Täytetyt muotit puristetaan vastakkain, ja niitä lämmitetään tasaisesti halutulla lämpötilalla. Kun vulkanointi ja puristus ovat valmiit, otetaan koko muotti lämmittimien välistä jäähtymään. Kun muotti on jäähtynyt, otetaan kumikappale muotista varovasti ulos viimeistelyä varten.

Maalipallon viimeistelytyössä kahden puolipallon reunat silotetaan, jonka jälkeen ne liimataan yhteen. On kuitenkin muistettava ennen liimausta lisätä pallon sisälle kulkuset, jotta pelaajat kuulevat pallon liikkumisen kentällä. Myös reikien teko pallon molemmille puolille on tärkeää muistaa, jotta ääni pääsee paremmin ulos pallon sisältä. Näin on saatu valmistettua maalipallo, joka on valmis heitettäväksi.

5 Tutkimusmenetelmät ja laitteisto

5.1 Tutkimusmenetelmien valinta

Tehtäväni oli siis kehittää lapsille ja nuorille paremmin sopiva pelipallo. Uutta pelipalloa heidän tulisi kyetä heittämään yhtä kovaa kuin naispelaajat heittävät virallista pelipalloa. Suunnitelmani oli aluksi kehittää uusi peliväline lapsille ja nuorille vain heittonopeuksien ja haastattelujen pohjalta. Sattumusten summana Jyväskylän ammattikorkeakoululta löytyi vuosia sitten ostettu suurnopeuskamera, joka vastasi täydellisesti käyttötarpeitani tutkimuksissa.

Heittoja tutkittaessa heittonopeudet ovat luonnollisesti tärkeimpiä, mutta suurnopeuskameran myötä sain heitoista moninkertaisen määrän tietoa. Pystyin kuvaamaan SM-kisoissa kahdeksan suomalaisen nais- ja mieshuippupelaajan heittoja ja vertaamaan näitä lasten ja nuorten vastaaviin heittoihin. Tästä saimme yhdessä Heikki Juvosen kanssa ideoita valmennuksellisesti, mutta myös hyötyä tuotekehitykseen.

Lopulta tutkimusmenetelmiini opinnäytetyöni osalta kuului siis tarkoitukseen sopivien lasten ja nuorten sekä maalipallon maajoukkuepelaajien heittojen kuvaaminen. Keskityin videomateriaalia analysoidessani pallon käyttäytymiseen sekä heittotekniikkaan. Tämän lisäksi lainasin Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskukselta Kihulta Stalker ATS- pallotutkaa, jolla tutkin heittojen nopeuksia erilaisilla palloilla lasten ja nuorten harjoituksissa. Heittonopeustestauksien lisäksi myös haastattelin lyhyesti jokaista heittäjää heidän omista tuntemuksistaan, ja kyselin millaisella pallolla he haluaisivat heittää.

5.2 Suurnopeusvideot

Suurnopeusvideot kuvasin kolmessa eri tapahtumassa, SM-kilpailujen lopputurnauksessa, maalipalloleirillä Pajulahdessa sekä nuorten Junior Games- maalipalloturnauksessa. Kuvauksissani keskityin tarkastelemaan pallon käyttäytymistä heitossa sekä heittotekniikkaa. Suurin osa videoista on kuvattu pelitilanteissa jotta tulokset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia. Kuvasin kaikki videot kuvausnopeudella 250 fps, eli kaksisataaviisikymmentä kuvaa sekunnissa. Yhteensä kuvamateriaalia minulle kertyi 50 eri heitosta.

Jyväskylän ammattikorkeakoululla on suurnopeuskamera NAC Memrecam fx K4 (ks. kuvio 7), joka mahdollisti omiin käyttötarkoituksiini optimaalisen kuvanlaadun sekä hidastuksen. Kameralla on mahdollista kuvata sadasta kuvasta sekunnissa (100 fps) aina 168000 kuvaan sekunnissa, tosin tällöin resoluution on oltava huomattavasti pienempi. Omissa tarpeissani nopeus 100-1000 kuvaa sekunnissa oli sopiva, sillä silloin resoluutioksi voi valita suuren resoluution (1280 x 1024), videon kuitenkin ollessa riittävän hidastettua analysointia varten. Kamerassa oli 4 Gb:n kiintolevy, jolle kuvaamaani videota (250 fps, 1280 x 1024) mahtui 9,8 sekuntia. Kameran mukana tulevaan kuvausjärjestelmään kuului myös kaikki tarvittavat välineet kuvien siirtämiseen. Kameran kiintolevyllä kuvat siirretään valokuitua pitkin mukana tulleelle kannettavalle tietokoneelle, jossa kameran oma ohjelma Memrecam FxLink käsittelee videot katsottavaan muotoon. (NAC Memrecam fx K4. n.d.)



Kuvio 7. NAC Memrecam fx K4

Kinovea

Kinovea on internetistä ilmaiseksi ladattava liikeanalyysiohjelma, jota käytin tutkiessani heittoa ja pallon käyttäytymistä heitettäessä. Kinovean avulla pystytään esimerkiksi piirtämään ns. haamuviiva pallon kulkemalle radalle heittohetkellä ja laskemaan vartalokulmia sekä kiihtyvyyksiä heittoajan perusteella. Ohjelma pystyy käsittelemään yhtätoista eri videomuotoa, joista yleisimmin käytettyjä ovat AVI- ja MPG- tiedostomuodot. Ohjelmalla pystyy myös hidastamaan ja nopeuttamaan videoita 1 % - 200 %:iin alkuperäisestä toistonopeudesta. Tämä helpottaa huomattavasti yksittäisten kuvien kaappaamista videoista. Suurta etua sain ohjelmasta myös sen kautta, että se on saatavilla suomenkielisenä versiona.

Omissa tuloksissani käytin Kinovea- ohjelmaa enimmäkseen heitossa tulleiden vartalokulmien vertailuun sekä vetovaiheen keston vertailuun nuorten ja aikuisten heitoissa. Tärkein yksittäinen osio omalta kannaltani oli kuvien nappaaminen videosta sillä hetkellä, kun pallo on irronnut kädestä.

5.3 Heittojen nopeuksien tutkiminen

Alun perin oman opinnäytetyöni toteutustavan tuli olla vain heittonopeuksien vertailua eri palloilla, eri heittäjien keskuudessa. Lopulta se kuitenkin pysyi mukana yhtenä tutkimusmenetelmänä, mutta ei niin tärkeänä kuin alkuperäisen suunnitelman mukaan. Tässä osiossa tutkin kolmen eri pallon heittonopeuksia maaliskuisissa maalipalloharjoituksissa jyvaskyläläisellä koululla. Kaikki heittotesteihin osallistuneet olivat maalipallon parissa olleita näkövammaisia nuoria. Nuoria oli yhteensä viisi, ja he kaikki heittivät kolmea eri palloa viisi kertaa annetulta etäisyydeltä kohti tutkaa. Heitot suoritettiin "näkevänä", eli ilman suojalaseja. Näin heitot saatiin heikosti näkevien osalta paremmin suunnattua suoraan kohti tutkaa. Pieniä lapsia ei testeissä ollut mukana, joten heittojen nopeudet nousivat jo maalipallolla melko korkeiksi.

Pallotutka

Tärkeä apu omissa tutkimuksissani oli Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskukselta lainaamani Stalker ATS-pistoolitutka (ks. Kuvio 8). Tutkan avulla pystyin tutkimaan nuorten suorittamien heittojen nopeuksia eri palloilla. Näistä saatuja tuloksia pystyy käyttämään lopullisen pallon suunnittelussa hyväksi.



Kuvio 8. Stalker ATS- pistoolitutka

Vertailupallot

Normaalin maalipallon lisäksi heitatin nuorilla kahta parhaiten testaustarkoituksiin sopivaa palloa, sekä lisänä vertailukohtana oikeaa maalipalloa. Kyselin nuorilta myös heidän mielipiteitään pallojen ominaisuuksista, ja mitä he haluaisivat muuttaa noissa testipalloissa.

Kuntopallo

Ensimmäinen testipalloista oli yhden kilogramman kuntopallo, jonka halkaisija on 20 cm. Valitsin tämän kuntopallon vertailukohdaksi sen painon takia. Kilogramman painoinen pallo on 250 g kevyempi kuin normaali maalipallo, ja vieläpä 5 cm halkaisijaltaan pienempi. Näin ollen painoltaan ja halkaisijaltaan kyseinen pallo on 20 % kevyempi ja pienempi kuin oikea maalipallo. Ongelmana tässä pallossa on se, että se on ilmatäytteinen. Pelitilanteessa se pomppisi liikaa, ja sen pintakuviointi on liian sileä.

Passarinpallo

Toinen testipalloista on lentopallossa passareiden käyttämä Rucanorin VB 7600 Setter- harjoituspallo. 500 grammaa painava ja halkaisijaltaan 19,5 cm pallo on pienempi ja kevyempi kuin kuntopallo. Tämän pallon valitsin toiseksi välineeksi sen pinnan ja koon takia. Otin pallosta ilmaa sen verran pois, että se ei pompi lentopallomaisesti, Pinta oli myös hieman kulunut, joten se ei ole liian pitävä. Ominaisuuksiltaan pallo sopi heittotesteihin mainiosti.

5.4 Keskustelut palloista

Heittojen aikana keskusteltiin avoimesti pallojen ominaisuuksista, sekä heiteltiin ideoita millainen nuorten pallo olisi hyvä. Varsinaista kyselykaavaketta en tehnyt, vaan keskustelimme hyvässä hengessä mahdollisuuksista ja toiveista. Nuorilta tuli hyviä ideoita jatkokehitystyöhön, esimerkiksi passarinpallosta tullut idea nahkaisesta pallon pinnasta. Nahkaisesta pinnasta saa paremman otteen myös hikisellä kädellä, joten jatkossa kyseisestä pinnoitetta olisi hyvä testata.

Maalipallo

Pallon sanottiin olevan liian suuri ja painava. Heitot karkailevat helposti kädestä sen suuren koon vuoksi. Pallon pinta on pitävä sen pinnalla olevien nystyröiden vuoksi, ja luonnonkuminen pinta on hyväksi havaittu. Pallosta oli vaikea löytää muita huonoja puolia, sillä kyseisellä pallolla kaikki olivat koko lyhyen maalipalloilu-uransa heitelleet.

Passarinpallo

Parhaimmat heittäjät sanoivat pallon olevan jopa liian helppo heitettäväksi sen nahkaisen pinnan ja pienen koon vuoksi. Pallosta sai todella hyvän otteen,

ja se tuntui hyvältä käteen. Pallo oli niin kevyt, että varsinkin painavalla maalipallolla suoritettujen heittojen jälkeen sen sai lähtemään kovalla nopeudella.

Kuntopallo

Yhden kilogramman painoinen kulunut kuntopallo oli keskustelujen pohjalta huonoin testipalloista. Sen pinta oli niin kulunut, että siitä ei saanut kunnon otetta, joka johtikin pallon lipsahteluun varsinkin pienempien heittäjien kohdalla. Pallossa hyvää oli sen halkaisija, joka oli siis sama kuin passarinpallolla. Molemmista pienistä palloista todettiin kuitenkin myös se, että ne olisivat torjuttaessa liian pieniä.

6 Heittosuoritus

6.1 Tekniikka

Heittäminen tapahtuu keilausmaisella heittoliikkeellä alakautta. Kaksi yleisintä heittotyyliä ovat suora heitto ja pyörähdysheitto. Näiden muunnelmia on yhtä paljon kuin on pelaajiakin. Suoran vauhdin kanssa suoritettu heitto pitää sisällään kaksi vaihetta: heittoaskeleet ja vetovaiheen. Heittoaskeleet ja vetovaihe ovat hyvin keihäänheittomaisia, ja liike-energian siirtämisessä palloon on paljon samoja piirteitä kuin voimakkaassa keihäänheittosuorituksessa. Maalipallon heittoa ei ole tutkittu, joten analysoin heittotekniikkaa Esa Utraisen kirjoittaman Keihäänheitto (1987)-kirjan pohjalta. Heittotekniikka on kuvailtu kevään 2013 aikana kuvaamieni videoiden pohjalta.

6.1.1 Heittoaskeleet

Heittoaskeleet aloitetaan pitämällä palloa kahdella kädellä vartalon edessä. Pallon kanssa otetaan kolmen askeleen nopea kiihdytys, joka toimii heiton latausliikkeenä. Keihäänheiton ristiaskeliin erona on se, että suurin osa pelaajista vie ristiaskleet eri puolelta kuin keihäänheittäjät. Poikkeuksiakin luonnollisesti on. Ristiaskeliden periaatteena maalipallossa on kuitenkin se, että kolmannen askeleen ollessa valmis olisi vartalo kiertynyt lopulliseen asentoonsa. Tällä tarkoitetaan sitä, että lopussa vauhdin vieminen eteenpäin tapahtuu kylki edellä ja ei-heittävän käden olkapää on kohti heittosuuntaa. Pallo on vietyä pitkälle taakse suoralla kädellä (ks. kuvio 2.). Vartalon tulisi olla kiertynyt maksimiinsa, jolloin vetovaiheessa tarvittava keskivartalovoima saataisiin tehokkaimmin käyttöön. Vauhti on tässä vaiheessa kasvanut korkeimmilleen, ja vauhdin tuoma liike-energia saadaan siirrettyä tukijalan kautta parhaiten heittävään käteen ja palloon.

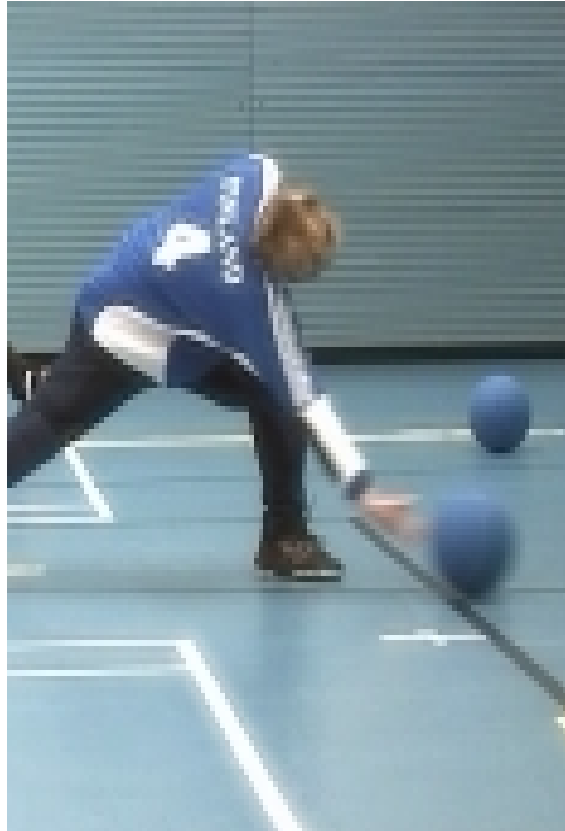
6.1.2 Vetovaihe

Heittoaskeleiden ja vetovaiheen väli on hankala määrittää eri tekniikoista johtuen. Esimerkiksi kuviossa 9 nähtävää heittohetkeä voisi käyttää kuvaamaan heittoaskeleiden loppua ja vetovaiheen alkua. Kun vetovaiheen kestoa mitataan, on aloittavana tekijänä tukijalan saavuttaminen maan, ja lopettavana tekijänä pallon irtoaminen kädestä. Tämän mukaan itsekkin olen heittoja tutkinut. Vetovaiheeksi mielletään siis aikaväli tukijalan maahan tulemisesta välineen irtoamiseen kädestä. Tukijalka toimii kehotuksena, joka aloittaa vetoliikkeen. Kun jalkapohja on tavoittanut maan, alkavat suuret lihakset toimimaan ja liike jatkuu sulavana ja kiihtyvänä liikkeenä koko vartalon läpi heittävään käteen. Alkukiihdytyksen pallolle antaa sen oma

painovoima, jolloin pallolle saavutetaan heti vetovaiheen alussa nopeasti kiihtyvä linja. Pallo putoaa aluksi alaspäin, ja sitä pyritään hallitsemaan kämmenellä ja kyynärvarrella. Jalat ja lantio ovat keihäänheittomaisesti vahvana mukana, mieluiten siten että kädellä tapahtuva heittoliike tulisi mahdollisimman myöhään mukaan. Käden heittoliikettä pyritään saattamaan niin pitkälle kuin mahdollista, ja pallon tulisi irrota vasta tukijalan polven edessä (ks. kuvio 10). Näin pallon kulkema matka vetovaiheen aikana saataisiin mahdollisimman pitkäksi (ks. Utriainen 1987, 70-72).



Kuvio 9. Heittoaskeleen lopetus



Kuvio 10. Heiton loppu

6.2 Nuoren pelaajan heittotekniikka

Lähtökohtana koko tutkimustyölle toimi oletamus nuorten pelaajien hitaista heitoista. Heittojen hitauteen vaikuttavat eniten pallon ominaisuuksien tuomat ongelmat niin voiman kuin tekniikankin osalta. Suurnopeuskameralla ja tutkalla suoritetuista testeistä sain paljon tietoa, joka helpotti esimerkiksi syy-seuraussuhteiden pohtimista.

Tutkimieni lasten ja nuorten heittotaidoissa oli keskiarvoon nähden todella taitavia heittäjiä, mutta myös taidoltaan rajallisia heittäjiä. Suurimpana ongelmana havaitsin rajalliset motoriset taidot voimanpuutteen lisäksi. Suurimmalla osalla heitto näytti kuitenkin luontevalta sillä he olivat melko kokeneita pelaajia, vähintään kahden vuoden lajitausta ja kehittävä

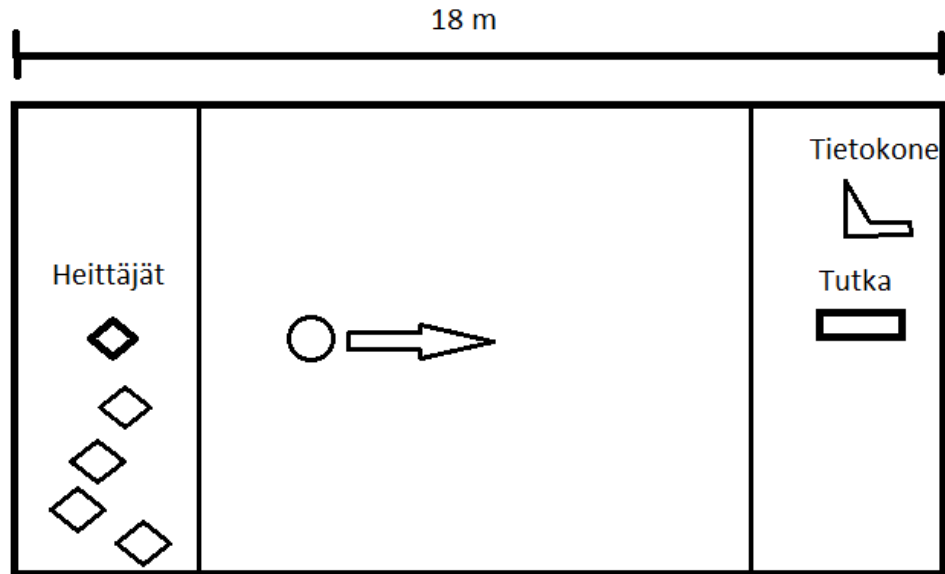
yksilöllinen valmennus heidän omalla koulullaan oli selvästi havaittavissa. Ryhmänä tämä sopi siis täydellisesti omiin tutkimustarkoituksiini. Harvalla heitto tapahtuu enää kahdella kädellä, vaan kaikilta saatiin esimerkiksi tutkattua yhden käden heitto kaikilla testipalloilla.

Suurnopeuskameralla kuvatuista videoista pääsi kuitenkin näkemään suurimmat ongelmat. Itse vauhdinotossa ei ollut juuri kenelläkään mitään ongelmaa, vaan ongelmat tulivat voimaa ja pituutta vaativissa tilanteissa. Pallon ylös vienti ja vetovaihe ovat suuria haasteita liian suurella pallolla.

7 Heittojen tutkiminen

7.1 Mittausjärjestelyt heittojen nopeuksille

Heittonopeudet mitattiin yhdellä harjoituskerralla jyvaskyläläisellä koululla. Mittaus kesti noin kaksi tuntia. Heitot mitattiin Stalker ATS -pallotutkalla kentän toisesta päästä (ks. kuvio 11). Tutka määritettiin mittaamaan koko heiton aikaisia nopeuksia. Stalker- pistoolitutkassa on kuitenkin ominaisuus, joka tallentaa heitoissa suurimman arvon, joten kirjaaminen oli helppoa. Viisi heittäjää heittivät vuoronperään yhtä palloa siten, että jokaisella oli heiton jälkeen aikaa levätä. Pallot heitettiin kevyimmästä painavimpaan yhteisen lämmittelyn jälkeen. Itse toimin tutkan käyttäjänä sekä tulosten kirjaajana. Tulosten kirjaamiseen käytin Microsoft Excel-taulukko työkalua sen nopeuden ja yksinkertaisuuden vuoksi.



Kuvio 11. Heitonopeuksien mittausjärjestelyt

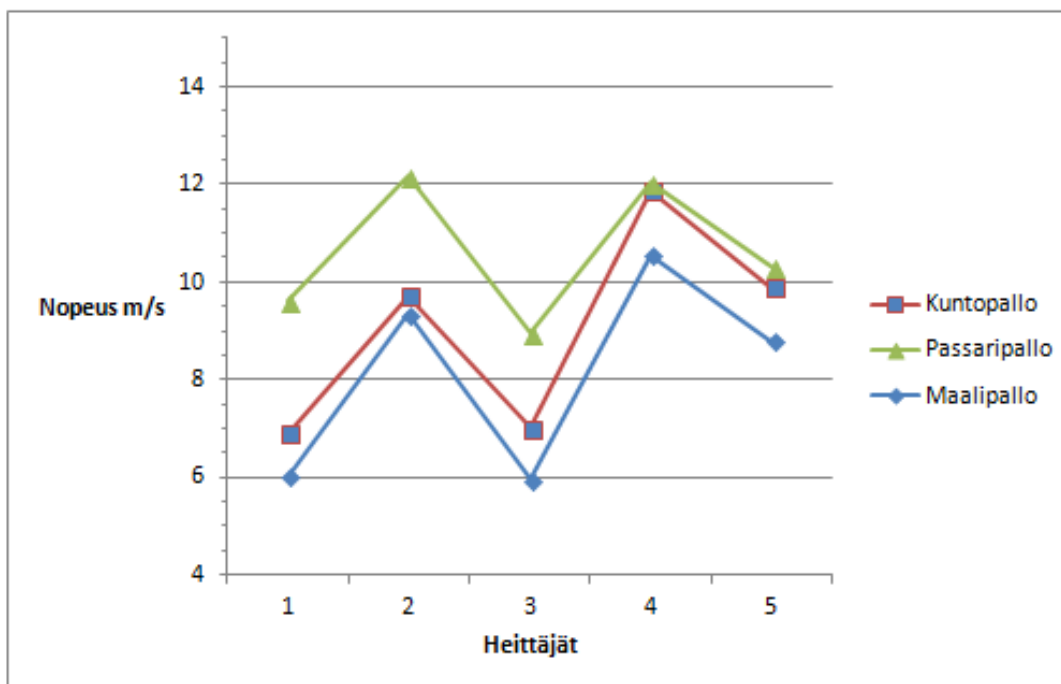
7.2 Heitonopeudet eri palloilla

Taulukossa 3 on kirjattu viiden heittäjän viiden heiton keskiarvot jokaiselle pallolle. Pystysarakkeessa on heittäjät, ja riveillä heittojen nopeudet. Heittojen nopeuksien perusteella voidaan todeta, että kevyin ja pienin pallo, eli passarinpallo tuotti lähimmäksi haluttua rajaa, eli 11,10 m/s olevan tuloksen. Keskiarvoltaan sen nopeudeksi viiden eri heittäjän kesken saatiinkin tulokseksi 10,62 m/s (ks. Taulukko 3).

Taulukossa 3 on myös nähtävissä heittäjien taitotasolliset erot. Suurimmaksi osaksi ne johtuvat siitä, että heittäjät olivat erikokoisia. Esimerkiksi heittäjät 2 ja 4 olivat isokokoisia poikia, joilla ei ole niin suurta ongelmaa maalipallonkaan heitossa. Heittäjät 1 ja 3 ovat pienempiä tyttöjä, jotka saivat kuitenkin passarinpalloa heitettyä puhtaasti, lähes kymmenen metrin sekuntivauhdilla.

Hyvin huomioitavaa on myös se, että vaikka pallot olivat täysin erilaisia toistensa kanssa, oli heittonopeuksien muutokset poikkeavia. Esimerkiksi heittäjä neljä heitti kuntopalloa ja passaripalloa lähes yhtä kovaa, vaikka niillä on painoeroa 500 grammaa. Kun taas heittäjä kaksi heitti passaripalloa paljon kovempaa kuin maalipalloa tai kuntopalloa, vaikka tuo sama 500 gramman ero oli mukana pallojen painoissa. Poikkeavuuksia tuloksissa saattaa aiheuttaa se, että kuntopallon sanottiin olevan liukas ja heittojen karkailevan helposti. Kuntopallon ollessa saman painoinen, mutta varustettu paremmalla pinnoitteella, olisivat kaikki heittäjät pystyneet heittämään sitä vieläkin paremmin. Näin ollen voidaankin päätellä että pallon heittonopeuksiin tärkeämpää oli niiden pienempi halkaisija kuin paino.

Taulukko 3. Heittonopeudet



7.3 Vetovaiheen kesto ja käden kulmat

Yksi tärkeimmistä mittareista kaikissa heittolajeissa on vetovaihe, sen kesto ja vetovaiheen matkallinen kesto, eli kuinka pitkän matkan pallo kulkee vetovaiheen aikana. Kameroiden avulla heitoista pystyttäisiin laskemaan myös vetovaiheen matkallinen kesto. Tämä tarkoittaa sitä, että kuinka pitkän matkan pallo kulkee heiton yläasennosta pallon irtoamiseen kädestä. Pelitilanneheitoissa en pystynyt näitä tutkimuksia kuitenkaan suorittamaan, sillä pelaajien heittopaikka ei ollut aina vakio. Näin ollen keskityin ajalliseen keston, joka myös suurelta osaltaan vertailuryhmien heittojen eroista.

Toinen asia minkä videoista sai hyvin tutkittua, olivat kulmat joissa käsi toimii heittohetkellä. Missä kulmassa esimerkiksi kämmen on suhteessa kyynärvarteeseen kun pallo irtoaa kädestä. Näiden heittoon vaikuttavien kulmien avulla saadaan selvitettyä ongelmia jotka nuorilla tulee heittohetkellä. Tällaisia ovat esimerkiksi pallon ylös vienti ja pallon loppusaatto, jolla heittoon pyritään saamaan mahdollisimman pitkä veto.

Tutkimuksissani on otettu kulmat kolmesta hyvästä heitosta miesheittäjien, ja kolmesta hyvästä heitosta nuorten heittäjien osalta. Kulmat ovat olkavarsi - luotisuora -kulma, joka kuvastaa sitä, kuinka pitkälle heiton lopullinen saatto saadaan vietyä. Kuviossa 12 olkavarsi-luotisuora- kulma on esitetty punaisella viivalla. Kun kulma on 180° tai vähemmän, on heittoon saatu mahdollisimman pitkä saatto. Toinen kulma jota tutkin on rannekulma eli kämmenen ja kyynärvarren muodostama kulma pallon irrotessa kädestä. Rannekulma on esitetty kuviossa 12 keltaisella viivalla. Kyseinen kulma kuvaa pallolle annettua lopullista vauhtia. Tässä myös alle 180° kulma kuvaa loppuviedon kovuutta.



Kuvio 12. Vartalokulmat heitossa

7.3.1 Kuvausjärjestelyt

Vetovaiheen keston mittaukset on tutkittu suurnopeusvideoista, jotka on kuvattu NAC Memrecam fx K4- kameralla nopeudella 250 kuvaa sekunnissa. Kamera oli n. metrin päässä sivurajasta, heittäjien tasolla. Aikuispelaajien heitot on kuvattu 2.3.2013 Espoossa järjestetyssä SM-lopputurnauksessa, ja kaikki heittäjät ovat olleet siis Suomen huippuja, suurin osa vieläpä maajoukkuepelaajia. Näin ollen aikuisten heitoista valitsin parhaat suorat heitot joista mittasin vetovaiheen keston.

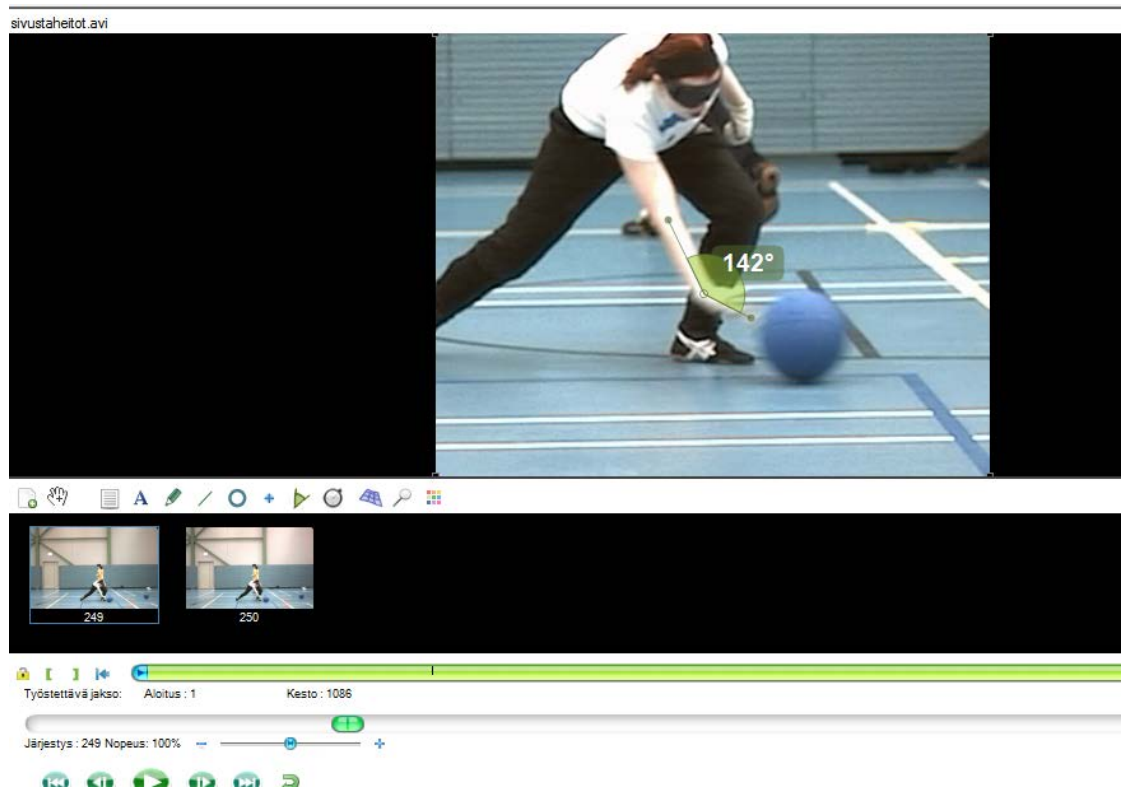
Lasten ja nuorten heitot on kuvattu Kuortaneella järjestetyssä Junior Games-turnauksessa 12.4.2013 samalla periaatteella kuin aikuistenkin heitot. NAC Memrecam fx K4- kamera oli sivurajalla heittäjien tasolla, ja valitsin heitoiksi sellaisia heittoja joissa tekniikka on melko hyvin hallinnassa ja tulokset olivat mahdollisimman vertailukelpoisia. Heittäjinä toimi maalipalloa pidempään harrastaneita tyttöjä ja poikia, jotka ymmärtävät ja osaavat puhtaaseen heittoon vaadittavan tekniikan.

Vetovaiheen nopeudet tutkittiin Kinovea- ohjelmiston avulla. Kun kaikki heitot on kuvattu samalla kuvausnopeudella, eli 250 kuvaa sekunnissa, on videoista helppo laskea, kuinka kauan heittäjällä kesti tukijalan maahan tulemisesta pallon irtoamiseen kädestä. Laskeminen tapahtuu kaavalla

$$\frac{1 \text{ s}}{250 \text{ fps}} \times$$

,jossa x on videoista katsottu kuvamäärä heittäjän vetovaiheessa.

Myös heittokulmat on tutkittu Kinovea- ohjelmistolla. Samalla tavalla kuin vetovaiheen nopeuksissa voidaan videot pysäyttää esimerkiksi pallon irtoamishetkeen. Tähän kuvaan piirretään viivat (ks. Kuvio 13.), joiden pohjalta Kinovea -ohjelma osaa antaa oikeat kulmat.



Kuvio 13. Kinovea- ohjelma

7.3.2 Tulokset, vetovaihe

Ajallisesti vetovaiheen kestoissa ei aikuisilla (ks. Taulukko 4) ja lapsilla (ks. Taulukko 5) ole suurta eroa. Suurin ero syntyy siinä, että pienikokoisimpien lasten heitoissa heittoliike jää molemmista, sekä yläasennosta että heiton saatossa paljon vajaammaksi kuin aikuisilla: palloa ei saada vietyä tarpeeksi taakse ja ylös heiton lähtöhetkellä, eikä heittoa saada saatettua tarpeeksi pitkälle, vaan pallo karkaa kädestä liian nopeasti. Tästä syystä esimerkiksi nuorilla kolmannen heittäjän heittoaika on vain 96 ms. Jos taas heitto on onnistunut nuoreksi heittäjäksi hyvin, tulee vetovaiheen ajasta huomattavasti korkeampi kuin aikuisilla heittäjillä, johtuen luonnollisesti voimatasosta.

Taulukko 4. Vetovaiheen kesto, aikuiset

Heittäjät	Heittoaika (ms)
1	228
2	196
3	164
4	196
5	220
6	200

Taulukko 5. Vetovaiheen kesto, nuoret

Heittäjät	Heittoaika (ms)
1	284
2	112
3	96
4	256
5	320
6	300

7.3.3 Tulokset, heittokulmat

Taulukoista 6 ja 7 näkyvät heittokulmien tulokset. Taulukossa 7 on nähtävissä heiton karkaaminen liian aikaisessa vaiheessa nuorilla pelaajilla. Olkavarresta saatava lopullinen veto jää hyödyntämättä, kun pallo karkaa jo hyvissä ajoin kohti lattiaa eikä tästä syystä ranteella tuotu loppusaatto pääse oikeuksiinsa. Miesheittäjien olkakulma on keskimäärin 158 °, kun nuoret heittäjät jäävät 196 °:seen. Ero on lähes 40 °:tta.

Taulukko 6 Miesten heittokulmat

Heittäjä	Olkakulma	Ranne-kyynärvarsikulma
1	154	170
2	162	164
3	157	160
4	158	165
5	153	162
6	164	168

Taulukko 7 Nuorten heittokulmat

Heittäjä	Olkakulma	Ranne-kyynärvarsikulma
1	189	165
2	195	166
3	210	182
4	202	175
5	193	160
6	199	175

Ranteella tuotettu loppusaatto on nuorilla käytännössä hyvä, sillä se jää alle 180°:een, keskimäärin kulmaan 171°:tta Tämä tosin johtunee siitä, että jo

heiton alkuvaiheessa nuoret joutuvat tekemään suuremman työn kämmenellään pallon pitämiseksi hallinnassaan.

8 Uusi pallo

8.1 Vaatimukset

Maalipallon suunnittelutyö asettaa jo alussa suuret haasteet sen pitkän vaatimuslistan vuoksi. Huomioonotettavia asioita on monia, eivätkä nuo asiat kulje käsi kädessä vaan sulkevat toisiaan pois eri osa-alueilla. Tästä hyvä esimerkki on pallon halkaisija. Heittotyön kannalta optimaalisin pallo olisi luonnollisesti mahdollisimman pieni, joka sopisi parhaiten lapsen käteen. Torjuntatyössä taas tuo pallo olisi liian pieni aiheuttaen vaaratilanteita sen tullessa käsien välistä. Tämän takia on tärkeää kirjata ylös vaatimuslista ominaisuuksista. Tämän avulla voidaan määritellä, mikä ominaisuus on tärkeämpi kuin toinen.

Kehitin omaa vaatimuslistaani pallolle koko opinnäytetyöprosessin aikana oppiessani uusia asioita lajista ja heitosta. Olen listannut kolme tärkeintä asiaa joihin on täytynyt kiinnittää huomiota. Vaatimukset on tehty pelitapahtumia mukaillen, eli valmistukselliset, kustannukselliset ja ulkopelilliset vaatimukset on jätetty väliin.

Tärkeimmäksi ominaisuudeksi uuden pallon ominaisuuksissa listasin sen heitettävyyden, joka tarkoittaa pallon halkaisijaa ja painoa. Tämän listasin luonnollisesti ensimmäiseksi, sillä opinnäytetyöni koko aihe on tämän pohjalta annettu. Pallon tulee olla ulkomitoiltaan ja painoltaan sellainen että

lapsen ja nuoren on sitä mahdollisimman helppo heittää. Jatkokehitystyössä tämän tulisi olla myös vaatimuslistalla ensimmäisenä.

Heitettävyyden jälkeen tulee ottaa huomioon pallon torjuminen puolustuspelaamisessa, eli vaatimuslistan toinen asia on torjuttavuus. Vaikka opinnäytetyöni aihe ei virallisesti koskenut mitään muuta kuin heittojen kovuutta, on tämä pakko ottaa huomioon, sillä suunnittelemani pallo tulisi käyttöön myös pelitilanteissa. Tämä vaatimus siis rajaa pallon kokoa sen verran, että pallo ei pääse pienikokoisen torjujan käsien välistä osumaan esimerkiksi päähän. Osiltaan tämä siis rajoittaa ensimmäistä vaatimusta, eli heitettävyyttä. Lopulta pallon lopulliset ulkomitat löytyvät kahden ensimmäisen vaatimuksen, eli heitettävyyden ja torjuttavuuden välimaastosta.

Viimeinen vaatimus lopulliselle pallolle on sen käyttäytyminen pelitilanteissa. Nykyinen maalipallo on sopivassa suhteessa kimmoisa, mutta kuitenkin riittävän kova. Näin se ei heitoissa pääse pomppimaan hallitsemattomasti, mutta ei kuitenkaan satu osuessaan torjujaan. Uusi lasten ja nuorten pallo tulee suunnitella myös samalla tavalla. Sen tulee pomppia hiukan jos niin halutaan, mutta ei kuitenkaan liikaa. Jos se taas on liian kova, se sattuu torjunnoissa liikaa jolloin lajin mielekkyys ja turvallisuus katoaa. Näiden ominaisuuksien saavuttamiseksi tulee käyttää samaa kumiseosta jota nykyinen maalipallo on. Pallon lopullinen kovuus saadaan selville vasta testaamalla valmista maalipalloa.

8.2 Valmistus ja mitat

Pallon valmistukseen käytetään samaa muottipuristusmenetelmää ja samaa kumiseosta, jolla nykyinenkin maalipallo on valmistettu. Vasta valmistuksen jälkeen päästään tutkimaan, muuttuuko esimerkiksi pallon kovuus ja kimmoisuus uusien mittojen mukaan valmistettuna liikaa.

Pallon ulkohalkaisija uudessa pallossa on 22,5 cm. Se on 2,5 cm pienempi kuin normaali maalipallo, mutta 2,5 cm suurempi kuin passarinpallo, jolla saatiin parhaat heittotulokset nopeustesteissä. Tämän kokoista palloa pienempikin heittäjä pystyisi vielä pitämään yhdessä kädessä ja heittämään oikealla tekniikalla. Pallon torjuja olisi kuitenkin turvassa, sillä tämän kokoinen pallo ei tulisi torjunnassa käsien välistä isommaltakaan torjujalta.

Pallon painoksi määritin 800 grammaa. Tulokseen päädyin keskustelujen ja heittotulosten pohjalta. Heittojen nopeustaulukosta (ks. Taulukko3) on nähtävissä, että passarinpallolla ja kuntopallolla heitettyjen testien perusteella osa heittäjistä pystyi heittämään näitä kahta palloa lähes yhtä kovaa. Vaikka pallon pinta oli liukas ja kaikki heittäneet pelaajat sanoivat kuntopallon olleen liian liukas heitettäväksi, he heittivät sitä lähes yhtä kovaa kuin 500 grammaa kevyempää passarinpalloa. Näin ollen pallon painolla ei ole niin suurta merkitystä kuin pallon halkaisijalla.

Jos pallon ulkohalkaisija on 22,5 cm; paino 800 g ja kumiseoksen tiheys $1,17 \text{ kg/dm}^3$, saadaan pallon ulkokuoren paksuus johtamalla pallon kuoren tilavuuden laskukaavasta ulos pallon paksuus r kaavalla:

$$2r = d - \sqrt[3]{d^3 - \frac{6 * V_{kuori}}{\pi}}$$

Ensiksi pitää laskea kuoren tilavuus kaavalla:

$$V_{kuori} = \frac{m}{\rho}$$

Josta saadaan laskettua ulkokuoren tilavuudeksi:

$$V_{kuori} = \frac{0,800kg}{1,169 \frac{kg}{dm^3}} = 0,6841 dm^3$$

Sijoittamalla arvot $d=0,225m$ ja $V_{kuori}=0,0006841m^3$ saadaan laskettua ulkokuoren paksuudeksi:

$$2r = 0,225m - \sqrt[3]{0,225m^3 - \frac{6 * 0,0006841m^3}{\pi}}$$

$$2r = 0,00895m, \text{ joten } r = 0,004475m = 4,475mm$$

Näin saadaan lasketuksi pallon ulkokuoren paksuudeksi 4,5 mm, joka on noin 1,3 mm ohuempi kuin virallisessa maalipallossa.

9 Pohdinta

Opinnäytetyöni ajatuksena oli aluksi kehittää uusi peliväline lapsille ja nuorille. Minkä kokoinen, minkä painoinen, ja mistä materiaalista valmistettu olisi optimaalinen nuorille pelaajille. Ajatuksena oli testata erinäisin tavoin nuorten heittäjien tekniikkaa, ja sitä kautta pohtia heille sopiva peliväline. Todellisuudessa toteutus tapahtuikin niin, että vertailin aikuisten puhtaita heittosuorituksia nuorten heittoon, sillä siihen oli niin hyvät mahdollisuudet Heikki Juvosen järjestämien tilaisuuksien vuoksi. Tavoitteena oli saada lasten ja nuorten heittojen nopeus lähelle aikuisten heitonopeuksia. Tähän tarkoitukseen sopii paremmin vertaaminen aikuisheittäjiin, sillä jatkossa nuorten tulisi osata heittää palloa samalla tekniikalla yhtä kovaa, mutta nuoremmalla iällä, siten että uuden pallon ominaisuudet olisivat mahdollisimman lähellä aikuisten palloa. Jos olisin vain analysoinut lasten ja nuorten heittoja, olisi lopputulos ollut varmasti erilainen.

Opinnäytetyöni ensimmäinen ongelma mielestäni oli oman aiheeni rajaaminen. Ennen kirjoitustyötä minua varoiteltiin rajaamistyön olevan hyvin tärkeä vaihe lopputyötä ajatellen. Mitä otan mukaan kirjoitustyöhön ja mitä voin jättää pois. En aluksi uskonut tätä, mutta vaikeuksien ilmetessä huomasin että koko opinnäytetyö meinaa räjähtää käsiin.

Opinnäytetyöaiheeni oli omaa alaani mukaillen poikkitieteellinen, eli siinä oli vaikutteita vähän kaikesta oppimastani. Ymmärsin sen hieman liian myöhään, sillä ajatukset ehtivät karkailemaan jo liikuntabiologian ja kumiteknologian vuoksi todella laajalle. Sain onneksi hieman rajattua tutkimaani, ja lopputulokseen olen tyytyväinen. Sain paljon oppia tutkimustyöstä ja itselleni uuden ja vieraan teorian tiedon muokkaamisesta paremmin omaa työtäni vastaavaksi. Esimerkiksi heittotekniikka-osio on yhdistelmä Esa Utraisen Keihäänheitto-kirjaa sekä omaa tietoa lajista ja liikunnasta. Tällaisten

havaintojen avulla ymmärsin tutkimustyön merkityksen paremmin. Jos aiheesta ei ole tehty kirjallista tutkimusta, täytyy se tehdä itse. Mahdollisesti seuraava maalipallon heittotekniikkaa tutkiva voi hyväksikäyttää minun kirjoittamiani havaintoja juurikin kyseisestä aiheesta.

Testauksissa löysin myös paljon kehitysehdotuksia omaan opinnäytetyöhöni. Olisin halunnut heittotesteihin enemmän vertailupalloja, mutta ominaisuuksiltaan lähelle omaa aiheuttani sopivia palloja oli todella hankala löytää. Tavalliset pallot, kuten jalkapallo, koripallo ja lentopallo olisivat pomppineet aivan liikaa heittosuorituksissa, ollen tältä osin hyödyttömiä. Näin ollen jouduin tyytymään kahteen pienempään, eripainoiseen palloon.

Toinen asia mikä jäi vaivaamaan, oli se, etten saanut tilaisuutta kuvata suurnopeuskameralla minkään muun pallon kuin maalipallon heittoa. Ehdottomasti lisäarvoa tutkimuksille olisi tuonut se, jos olisin saanut nuorten passarinpallolla suorittamia heittoja tallennettua ja analysoitua. Tulosten myötä olisi päässyt katsomaan tuleeko esimerkiksi vetovaiheen kesto lähemmäksi miesten vetovaihetta jos nuori heittää pienempää ja kevyempää palloa. Heittotilanteissa oli kuitenkin selvästi nähtävissä että pienempiä ja kevyempiä palloja heitettäessä heittotekniikkakin säilyi paljon paremmin, ja heitot näyttivät siltä kuin pitääkin.

Koska prototyypin valmistaminen saamieni uusien ominaisuuksien pohjalta ei ollut rahallisesti mahdollista, jää omat tulokseni hieman vajaiksi. Olisin itse halunnut jatkaa prosessia niin, että olisin valmistanut prototyypin tarkasti mittaamieni tuloksien pohjalta, jonka jälkeen tehnyt samat testit samalle heittäjäryhmälle ja kirjannut tulokset ylös. Tämän jälkeen tuloksista olisi voinut tehdä huomioita ja valmistaa seuraavan prototyypin. Näin jatkuvan kehityksen periaatteella olisi lopulta saatu lapsille ja nuorille optimaalinen

heittoväline. Hyötynä opinnäytetyöni tuo kuitenkin tuloksien pohjalta valmennuksellisia hyötyjä jotka eivät näy opinnäytetyössäni, vaan tulevaisuudessa kasvaneiden nykyisten nuorten pelaajien heittotekniikassa. Testieni perusteella löydettiin palloja joiden avulla heittotekniikan opettelu on helpompaa. Toivottavasti tämä näkyy jatkossa nuorten valmennuksessa ja tätä kautta aikuisiällä paremmalla heittotekniikalla.

Lähteet

Ahonen, J. Lahtinen, T. Sandström, M. Pogliani, G. Wirhed, R. 1998. Kehon rakenne ja lihashuolto. VK-kustannus Oy.

Historia Suomessa. 2012. Maalipallon kotisivut. Viitattu 26.10.2013.
www.maalipallo.net/tekstit/historia.php

History. 2010. Australian maalipalloliiton verkkosivut, Viitattu 19.2.2013
www.goalball-australia.webs.com , Goalball, History.

Juvonen, H. 2013. Naisten maalipallomaajoukkueen päävalmentaja. Keskustelut 1.2.2013-28.2.2013.

Laurila, T. 2007. Kumitekniikka. Edita Prima.

The Learningshop. n.d. Lasten oppimisvälineitä myyvä sivusto. Viitattu 5.8.2013
<http://learningshop.co.uk/> , Sensory learning, balls.

Maalipallokenttä. n.d. Jyväskylän yliopiston verkkomateriaali: Soveltava liikuntakasvatus. Viitattu 3.6.2013
<http://users.jyu.fi/~tehuovin/soveltavaliikunta/demo3.htm>

Maalipallon säännöt. 2011. Maalipallon kotisivut. Viitattu 3.6.2013.
www.maalipallo.net, materiaalisalkku, säännöt.

Mero, A. Nummela, A. Keskinen, K. Häkkinen, K. 2007. Urheiluvalmennus. VK-kustannus Oy.

NAC Memrecam fx K4, NAC Memrecam fx K4-suurnopeuskameran esite. Viitattu 3.7.2013.
http://nacinc.com/datasheets/Memrecam_fx_K4_Specification_Sheet.pdf

Paralympialajit. 2009. Paralympiakomitean verkkosivut. Viitattu 3.6.2013
www.paralympia.fi/, Paralympialajit, Kesälajit, Maalipallo.

Paralympic games. 5.9.2012. Official Website of Paralympic Movement. Viitattu 6.8.2013. www.paralympic.org/news/exact-repeats-goalball-quarter-finals

Utriainen, E. 1987. Keihäänheitto. Viitasaari: Suomen Urheiluliitto

Valtanen, E. 2010. Tekniikan taulukkokirja. Genesis-Kirjat Oy.

VAU:n Organisaatioinfo. n.d. Suomen Vammaisurheilu ja -liikunta ry: n verkkosivut. Viitattu 5.6.2013 www.vammaisurheilu.fi/, VAU.

VAU yleisesti. n.d. Suomen Vammaisurheilu ja -liikunta VAU ry:n verkkosivut. Viitattu 5.6.2013 www.vammaisurheilu.fi/, VAU, Yleisesti VAU:sta

Winnick, J. 1990. Adapted physical education and sport. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books

Wvball. n.d. Maalipalloja valmistavan yrityksen sivusto. Viitattu 18.10.2013 www.wvball.de/en/, Manufacturing process, vulcanization of ball halves